

Вместе с тем, профилактика значительного числа травм зависит от действий администрации районов, органов и организаций, обеспечивающих безопасность населения. К таким причинам мы отнесли гололедицу и листопад - 10,5%, неисправность тротуаров и мостовых - 1,5%, проведение ремонтных работ на улицах - 2,5%, захламленность территорий и дворов - 1,4%, недостаточную освещенность улиц, дворов и лестниц - 1,6%, нарушение ПДД водителями - 1,3%, значительную часть антиобщественного поведения, которая мо-

жет быть предупреждена действиями представителей органов внутренних дел.

Таким образом, травматизм в быту становится национально опасным явлением. Несмотря на то, что ведутся эффективные поиски снижения риска травматизма в быту, проблема существует. Усилия государства и затраты общества, заложенные в бюджете на повышение безопасности мероприятий, практически не могут повлиять на безопасность жизни в стране.

Литература

1. Журавлев, С.М. Причины смертности населения от травм [Текст] / С.М. Журавлев, К.А. Теодоридис // Ортопед., травма-тол. 1993. — №1. — С. 42—44.
2. Гречухин, И.В. Обоснование нового подхода к системному анализу травматизма [Текст] / И.В. Гречухин // Хирургия на пороге XXI века: материалы конф. Астрахань, 2000. — С.214—217.
3. Здоровье населения в Европе (ВОЗ, Европейское региональное бюро №56). Копенгаген, 1995.—118 с.
4. Колесников, В.В. Современный травматизм [Текст] / В.В. Колесников // VI съезд травмат.-ортопед. России: тезисы. Н.Новгород, 1997. — С. 24.

Приведено результати досліджень по процесам поліконденсації амінів та епіхлоргідрину з отриманням полікатионітів, що є ефективними флокулянтами при освітленні води. Отримані катіонні флокулянти забезпечують ефективне очищення природних вод та модельних суспензій

Ключові слова: флокулянт, флокуляція, освітлення, поліконденсація, полікатионіт

Приведены результаты исследований по процессам поликонденсации аминов и эпихлоргидрина с получением поликатионитов, которые являются эффективными флокулянтами при осветлении воды. Полученные катионные флокулянты обеспечивают эффективную очистку природных вод и модельных суспензий

Ключевые слова: флокулянт, флокуляция, осветление, поликонденсация, поликатионит

Here are shown the results of the studies on the polycondensation of amines and epichlorohydrin to obtain policationits that are effective flocculants for water clarification. The resulting cationic flocculants ensure effective cleaning of natural water and synthetic suspensions

Keywords: flocculant, flocculation, clarification, settling, polycondensation, polycationit

УДК628.16:676.12:628.3:676.088

РОЗРОБКА КАТІОННИХ ФЛОКУЛЯНТІВ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ОСВІТЛЕННЯ ВОДИ

Т.О. Шаблій

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел. (044) 236-60-83

E-mail: tania1@voliacable.com

М.Д. Гомеля

Доктор технічних наук, професор,

завідуючий кафедрою*

Контактний тел. (044) 236-60-83

E-mail: m.gomelya@kpi.ua

*Кафедра екології та технології рослинних полімерів

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

пр. Перемоги, 37, корп. №4, м. Київ, Україна, 03056

Вступ

Флокулянти останнім часом знаходять широке застосування в технологіях водоочищення та водопідготовки. Особливо це стосується процесів

ущільнення та зневоднення осадів. Сучасне обладнання для зневоднення осадів, що утворюються при очищенні води, взагалі не використовується без застосування флокулянтів. На сьогодні в Україні випускається поліакриламід та полівініловий спирт в обмежених

кількостях. Дані флокулянти в більшості випадків характеризуються невисокою ефективністю при очищенні води та зневодненні осадів. Гідролізований поліакриламід ефективний при флокуляції колоїдних часток з позитивним електрокінетичним потенціалом, що трапляється не так часто. Більшість домішок, що присутні в стічних водах та осадах, які утворюються при очищенні промислових та побутових стоків, характеризуються негативними значеннями ξ -потенціалів, тому для їх очищення та ущільнення осадів необхідні полікатионні полімери.

Очевидно, що широкому впровадженню флокулянтів в технології водоочищення та переробки осадів в Україні перешкоджає висока ціна імпортованих реагентів та відсутність власних розробок. Запропонований останнім часом флокулянт – водамін, є також досить дорогим та характеризується низькою ефективністю при обробці води та осадів.

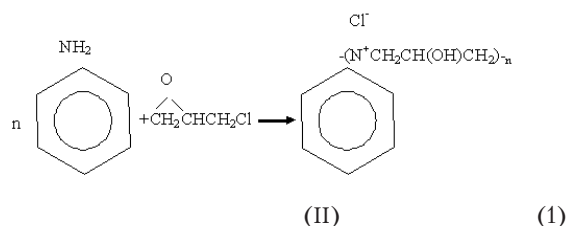
Постановка проблеми, мета роботи

В більшості випадків катионні флокулянти отримують на основі акриламіду шляхом його сополімеризації з різноманітними катионними мономерами, або шляхом модифікування поліакриламіду [1-5]. В цілому, на сьогодні в Україні акриламід не виробляється, а вартість імпортованих реагентів є досить високою, що визначає високу ціну синтезованих флокулянтів та низьку їх конкурентноспроможність в порівнянні з продукцією відомих фірм.

З іншої сторони епіхлоргідрин є цілком доступною речовиною, так само, як і ряд амінів. Конденсація епіхлоргідрину з амінами проходить досить легко при простому апаратному оформленні. Зміною аміної компоненти можна регулювати характеристики отриманих полікатионів.

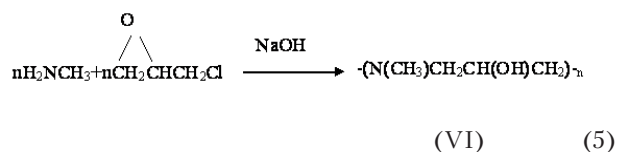
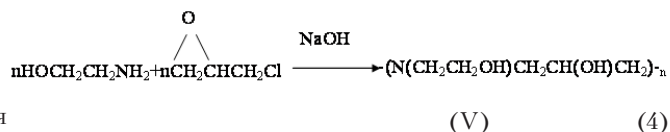
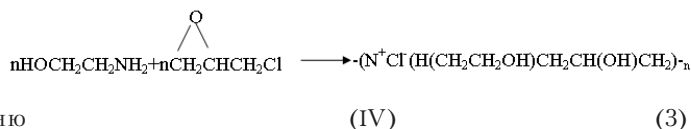
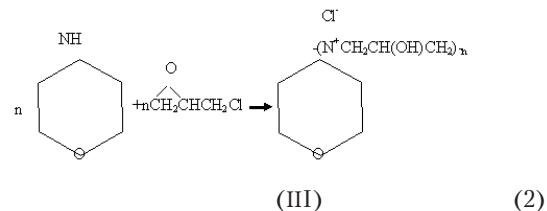
Тому метою даної роботи було вивчення процесів поліконденсації амінів з поліхлоргідрином з отриманням полікатионів, визначення ефективності отриманих катионних флокулянтів при освітленні природних вод, порівняння їх ефективності з відомими реагентами.

В разі використання аніліну був отриманий полімер типу:

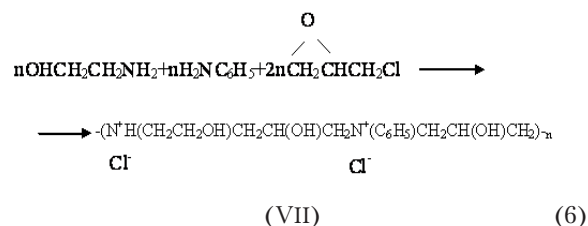


При нагріванні компонентів протягом 15 годин при температурі 140-150 °С утворюється полімер (II) (поліоксипропіленанілін (Алколін-А)), практично нерозчинний у воді. Очевидно це пов'язано з гідрофобністю аніліну.

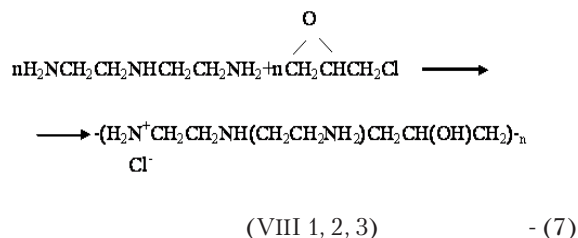
Водорозчинні полімери отримано при взаємодії морфоліну, моноетаноламіну, метиламіну з епіхлоргідрином.



Отримані полімери – поліоксипропіленетаноламін (Алколін-Е) (V), його хлоргідрат (поліоксипропіленетаноламінхлоргідрат (Алколін-ЕХ) (IV)), поліоксипропіленметиламін (Алколін-М) (VI), поліоксипропіленморфолінхлоргідрат (Алколін-МХ) (III) є світло-жовтими полімерами, які плавляться при нагріванні до 70–100 °С, дуже добре розчинні в воді. Добре розчиняється в воді і сополімер аніліну, моноетаноламіну та епіхлоргідрину (Алколін-АЕМ) (VII).



Водорозчинний полімер утворюється і при взаємодії епіхлоргідрину з диетилентриаміном (ДЕТА).



Насправді реальна структура полімеру VIII-1 є значно складнішою, ніж це представлено в реакції 7. В ДЕТА є три реакційно здатних атоми азоту, а, крім того, кожен атом азоту в його молекулі може утворювати 2–3 зв'язки з епіхлоргідрином. Отже, в цьому випадку переважно буде утворюватись сітчастий полімер складної структури. Розчинність полімеру (VIII-1) (Алколін-ДТ) залежить від ступеню полімеризації.

Ступінь полімеризації залежить від співвідношення реагентів. При використанні реагентів в еквімолекулярних співвідношеннях ступінь полімеризації менший, ніж при використанні надлишку епіхлоргідрину. Уже при надлишку епіхлоргідрину 20 % утворився твердий водорозчинний полімер (VIII-2) (Алколін ДТ-2). При стехіометричних співвідношеннях утворювалась в'язка водорозчинна маса (VIII-1) (Алколін ДТ-1). А коли надлишок епіхлоргідрину сягав 50 %, то утворився твердий крихкий полімер, який дуже повільно розчиняється у воді (VIII-3).

Крім того, в роботі використовували продукти катіонування поліакриламід (ПАА) етилендіаміном (ЕДА) та формальдегідом - МПА-Е-15 (співвідношення ЕДА та ПАА 15:100) та МПА-Е-7,5 (співвідношення ЕДА та ПАА 7,5:100), та продукт катіонування ПАА аміаком та формальдегідом - МПА-А (співвідношення аміак:ПАА=10,5:100).

Поряд з синтезованими флокулянтами у процесах освітлення дніпровської води з початковою каламутністю (K_n) 25–33 мг/дм³ (по SiO₂) та початковою кольоровістю (Col_n) 54–69 град. хроматно-кобальтової шкали були використані флокулянти фірм “Штокгаузен” типу “Праестол” та фірм “Сіба” типу “Перкол”, “Цитаг” та “Магнофлок”. В той же час проведено серію дослідів по оцінці ефективності комбінованого застосування деяких з вищезазначених флокулянтів та сульфату алюмінію (таблиці 1–3).

Для зниження каламутності дніпровської води та модельної суспензії, а також для зниження кольоровості до проби води (500 см³) додавали розраховану дозу флокулянту, воду інтенсивно перемішували 2–3 хвилини, потім плавно перемішували 15 хвилин, після чого відстоювали 2 години. Після відстоювання визначали залишкові каламутність та кольоровість води. Відстоюну воду пропускали через насипний фільтр з зернистою загрузкою з швидкістю 10 см³/хв. Внутрішній діаметр фільтру 30 мм, висота фільтруючої загрузки 210 мм. Після чого у відібраній пробі визначали залишкову каламутність та кольоровість фільтрату. Каламутність, що виражається у мг SiO₂ на 1 дм³ води, визначали фотоколориметричним методом, кольоровість визначали фотоколориметрично в градусах хроматно-кобальтової шкали.

Ступінь освітлення (Z_1) розраховували за формулою:

$$Z_1 = \left(\frac{M_x - M_y}{M_x} \right) \cdot 100\% , \quad (1),$$

де Z_1 – ступінь освітлення, %,

M_x – каламутність вихідної води (суспензії), мг/дм³,

M_y – залишкова каламутність води, мг/дм³.

Як видно із таблиць 1 та 2, ні флокулянти виробництва фірм “Штокгаузен” і “Сіба”, ні синтезовані флокулянти при різних концентраціях (0,5; 1; 2 мг/дм³) не виявляють блискучих властивостей по освітленню даної

води, а також по зниженню її кольоровості. Але деякі з них показують непогані результати. Наприклад, при застосуванні катіонних флокулянтів “Цитаг 7541” та “Цитаг 7563”, що вироблені фірмою “Сіба”, ступінь освітлення сягає 100 % при концентраціях 0,5 мг/дм³. В той час, як застосовувавши флокулянти виробництва фірми “Штокгаузен”, змогли забезпечити освітлення води максимум тільки 77,3 % (“Праестол 611BC”, при концентрації 1 мг/дм³). При використанні синтезованих флокулянтів ступінь освітлення сягав 74,8 %.

Таблиця 1

Ефективність очищення дніпровської води при застосуванні відомих та розроблених флокулянтів ($K_n=33$ мг/дм³, $Col_n=69$ град.)

Реагент	Доза, мг/дм ³	Залишкова каламутність, г/дм ³	Залишкова кольоровість, град.	Ступінь освітлення, Z, %
-	-	23,0	64,0	30,3
Праестол 650 BC	0,5	16,5	62,5	50,0
	1,0	12,0	56,5	63,6
	2,0	13,0	51,5	60,6
Праестол 611 BC	0,5	21,0	62,5	36,4
	1,0	7,5	56,5	77,3
	2,0	11,0	51,5	66,7
Праестол 853BC	0,5	17,8	69,0	46,1
	1,0	19,8	71,0	40,0
Перкол 455	0,5	22,0	64,0	33,3
Перкол 455	1,0	23,0	65,0	30,3
МПА-Е-15	0,5	20,0	58,6	39,4
	1,0	8,3	56,3	74,8
МПА-Е-7,5	0,5	21,0	63,0	36,4
	1,0	16,4	62,4	50,3

Таблиця 2

Ефективність очищення дніпровської води при застосуванні синтезованих флокулянтів, а також флокулянтів виробництва фірми “Сіба” ($K_n=2,5$ мг/дм³, $Col_n=54$ град.)

Реагент	Доза, мг/дм ³	Залишкова каламутність, мг/дм ³	Залишкова кольоровість, град.	Ступінь освітлення, Z, %
-	-	2,0	54	20
Цитаг 7541	0,5	0	49	100
	1,0	1,5	52	40
Цитаг 7547	0,5	1,0	54	60
	1,0	0,5	54	80
Цитаг 7563	0,5	0	54	100
	1,0	1,0	55	60
ПАА	1,0	2,0	54	20
МПА-Е-15	0,5	1,5	54	40
	1,0	0,7	50	72
МПА-Е-7,5	0,5	2,0	54	20
	1,0	0,9	52	64
МПА-А	0,5	2,5	54	0
	1,0	1,5	53	40

В разі комбінованого використання коагулянту (сульфату алюмінію з концентрацією 5 мг/дм³) та флокулянтів (концентрація 1 мг/дм³) (табл. 3) не виявлено будь-якого ефекту по освітленню води, а також по зниженню її кольоровості, що перевищував би ефект при використанні самого сульфату алюмінію (70 % та 44 град. відповідно).

Природна вода має досить низьку каламутність, наприклад цей показник дніпровської води коливається від 2 до 70 мг/дм³. Ця обставина спричиняє труднощі об'єктивної оцінки доцільності застосування тих чи інших флокулянтів для її освітлення. Так як одним з компонентів, що спричиняють каламутність природної води є глинисті матеріали (у вигляді завислих часток), вибрано для досліджень модельну суспензію бентоніту в природній воді з концентрацією бентоніту 100 мг/дм³. Такий досить великий вміст бентоніту дозволив краще відслідкувати властивості флокулянтів у разі їх використання для освітлення.

Таблиця 3

Ефективність очищення дніпровської води за допомогою суміші флокулянтів та коагулянту (сульфату алюмінію) (К_п=2,5 мг/дм³, Кол_п=54 град.)

Реагент	Доза, мг/ дм ³	Залишкова каламутність, мг/ дм ³	Залишкова кольоровість, град.	Ступінь освітлення, Z, %
-	-	2,0	54,0	20,0
Al ₂ (SO ₄) ₃	5	0,8	44,0	70,0
Al ₂ (SO ₄) ₃ ; Цитаг 7547	5; 1	1,3	40,0	48,0
Al ₂ (SO ₄) ₃ ; ПАА	5; 1	0,8	72,5	70,0
Al ₂ (SO ₄) ₃ ; МПА-Е-15	5; 1	1,3	77,5	48,0
Al ₂ (SO ₄) ₃ ; МПА-Е-7,5	5; 1	1,3	60,0	48,0
Al ₂ (SO ₄) ₃ ; МПА-А	5; 1	1,2	72,5	52,0

Воду освітлювали відстоюванням та доочищували фільтруванням. Дані експерименту по виявленню дії реагентів з флокулюючими властивостями різного походження наведено в таблиці 4.

Виявлено, що деякі синтезовані флокулянти добре працюють при освітленні даної модельної суспензії шляхом відстоювання та подальшого фільтрування. Наприклад, ступінь освітлення води відстоюванням при її обробці реагентом Алколін-ДТ (VIII-1), становив 82,5 % та 81,5 % при концентраціях 1 та 2 мг/дм³ відповідно. В той же час після подальшого фільтрування проба освітлювалась до 100 %. Такі ж результати показали флокулянти Алколін-МХ (III), МПА-А (XII-2), а також флокулянт виробництва фірми "Штокгаузен" "Праестол 644 ВС" при концентраціях 1, 2, 5, 10 мг/дм³.

З таблиці видно, що зміна концентрації не дуже впливає на величину ступеню освітлення модельної суспензії, але в той же час проявляється тенденція до її збільшення при концентраціях флокулянтів 2 та 5 мг/дм³ при фільтруванні попередньо освітленої суспензії.

Деякі з флокулянтів забезпечили хороші результати по зниженню кольоровості модельної суспензії. Наприклад, при застосуванні реагентів Алколін-МХ (III), МПА-А та "Праестол 644 ВС" (при концентраціях 1, 2, 5, 10 мг/дм³) вдалося досягти значного зниження цього параметру після фільтрування (28,1–35,5 град., 25,5–39,5 град. та 27,8–43,5 град. відповідно в порівнянні з 70 град. у холостому досліді).

Таблиця 4

Ефективність очищення модельної суспензіїми (К_п=100 мг/дм³, Кол_п=150 град.)

Реагент	Доза, мг/дм ³	Залишкова каламутність, мг/ дм ³		Залишкова кольоровість, град.		Ступінь освітлення, Z, %	
		К _в	К _ф	Кол _в	Кол _ф	Z _в	Z _ф
-	-	30,2	3,0	106,6	43,2	69,8	90,0
Праестол 644 ВС	1	36,5	0	116,5	29,0	63,5	100,0
	2	37,5	0	133,0	27,8	62,5	100,0
	5	39,2	0	135,3	27,8	60,8	100,0
	10	34,2	0	116,0	43,5	65,8	100,0
Полімід (I)	1	45,8	7,5	127,0	63,5	54,3	83,6
	2	43,3	7,0	139,0	70,0	56,8	83,8
	5	47,5	6,0	144,0	72,0	52,5	87,4
	10	58,5	4,0	152,0	76,0	41,5	93,2
Алколін-А (II)	1	37,2	3,0	125,0	47,0	62,8	91,9
	2	46,0	8,3	127,0	60,0	54,0	82,0
	5	45,5	9,0	133,5	70,8	54,5	80,0
	10	47,5	7,0	140,0	55,5	52,5	85,4
Алколін-МХ (III)	1	42,0	0	113,8	33,3	58,0	100,0
	2	37,0	0	108,0	28,1	63,0	100,0
	5	46,3	0	111,5	31,0	53,8	100,0
	10	47,0	0	117,5	33,5	53,0	100,0
Алколін-М (VI)	1	37,0	4,8	138,0	51,3	63,0	87,0
	2	36,7	5,3	135,0	52,0	63,3	85,5
	5	37,2	8,0	139,5	45,5	62,8	78,5
	10	36,2	1,0	138,0	40,8	63,8	97,2
Алколін-ДТ (VIII-1)	1	17,5	0	76,0	57,8	82,5	100,0
	2	18,5	0	78,0	34,3	81,5	100,0
	5	23,0	0,5	87,8	43,5	77,0	97,8
	10	25,0	0	96,5	41,0	75,0	100,0
МПА-А	1	26,3	0	118,5	25,5	73,8	100,0
	2	24,0	0	117,0	37,0	76,0	100,0
	5	24,5	0	116,3	39,5	75,5	100,0
	10	27,0	0	121,0	34,3	73,0	100,0

Також добре показав себе реагент Алколін-ДТ (VIII-1) в тому ж діапазоні концентрацій: після відстоювання кольоровість модельної суспензії знизилась із 106,6 град. в холостому досліді до 76–96,5 град.

Висновки

Розроблено методи синтезу катіонних флокулянтів на основі поліконденсації амінів з епіхлоргідринном та катіонуванні поліакриламиду аміном або аміаком.

Показано, що синтезовані полікатіоніти за своєю ефективністю при освітленні дніпровської води близькі до відомих імпортованих флокулянтів.

Література

1. Абрамова Л.И. Получение катионных флокулянтов на основе сополимеров акриламида / Абрамова Л.И., Наволокина Р.А., Зильберман Е.Н., Данов С.М. // Журнал прикл. химии. – 1996. – Т. 69, № 9. – С. 1572-1574.
2. Пат. 4514551 США, МКИ С 08 F 2/38. Process for the preparation of cationic polymers: Пат. 4514551 США, МКИ С 08 F 2/38/ Furuno Akihisa, Inukai Kenichi, Ogawa Jasuo; Mitsubischi Rayon Co., Ltd, Liafloc Co., Ltd. - № 572753; Заявл. 23.01.84; Опубл. 30.04.85; № 58-8799 (Япония); Приор. 24.01.83; НКІ 526/233.
3. Казанцев О.А. Синтез полимерного флокулянта на основе акриламида, формальдегида и диэтиламина / Казанцев О.А., Ширмин К.В., Казаков С.А., Иголкин А.В., Кузнецова Н.А. // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2002. – Т. 45. - № 2. – С. 59-61.
4. Quancai Wu. Синтез и применение катионных флокулянтов при обратной эмульсионной полимеризации // Shiyou huagong gaodeng xuebiao xuebao = I. Petochem. Univ. – 1997. – Т. 10, № 3. – С. 27-29.
5. Пат. 1180827 Канада, МКИ С 02 F 1/56. Polymeric flocculants: Пат. 1180827 Канада, МКИ С 02 F 1/56/ Guillet James E, Heskins Michael, Murray D. Gary. - № 399215; Заявл. 23.03.82; Опубл. 08.01.85; НКІ 526/233.

Наведено розроблення комп'ютерної програми та особистості її використання у розрахунках динаміки концентрації флотореагенту при впровадженні флотаційних технологій на ГЗК, що дозволяє ефективно провести багатоваріантні розрахунки концентрації від впливаючих факторів

Ключові слова: флотація, концентрація флотореагенту, блок-схема програми

Приведена разработка компьютерной программы и особенности ее использования в расчетах динамики концентрации флотореагента при внедрении флотационных технологий на ГОКе, что позволяет эффективно провести многовариантные расчеты концентрации от влияющих факторов

Ключевые слова: флотация, концентрация флотореагента, блок-схема программы

Development of computer programs and features of its use in calculations of the dynamics of the concentration of flotation reagent for the introduction of flotation technology at the GOK, which allows you to effectively carry out multiple calculations of concentration from the influencing factors is given in this article

Keywords: flotation, flotation reagent concentration, flow chart of the program

Постановка проблеми

Флотаційний метод дозбагачення стає одним з найпоширеніших технологічних процесів при переробці

бідних руд. На передпроектній стадії впровадження флотаційних технологій дозбагачення залізних руд на гірничо-збагачувальному комбінаті (ГЗК) потрібно проводити дослідження, які дозволяють зробити дані

УДК 502.58:556.531:622.765

АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКІВ ДИНАМІКИ КОНЦЕНТРАЦІЇ ФЛОТОРЕАГЕНТУ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ФЛОТАЦІЇ НА ГЗК

О.О. Дмитрієва

Доктор економічних наук, заступник директора з наукової роботи та маркетингу наукових досліджень, завідувач лабораторією 2.1*
Контактний тел.: (057) 715-60-93

Г.В. Василенко

Аспірант, науковий співробітник*
Контактний тел.: (067) 571-40-71; (057) 715-60-93
*Лабораторія екологічно безпечного водовідведення у водогосподарських системах населених пунктів та господарських об'єктів
Український науково-дослідний інститут екологічних проблем
вул. Бакуліна, 6, м. Харків, Україна, 61166